

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-189602

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/3205		H 0 1 L 21/88	K
21/28		21/28	B
	3 0 1		3 0 1 R
21/304	3 2 1	21/304	3 2 1 P
21/768		21/90	C
		審査請求 有	請求項の数23 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-209440
 (62) 分割の表示 特願平5-26065の分割
 (22) 出願日 平成5年(1993) 1月22日
 (31) 優先権主張番号 8 2 4 9 8 0
 (32) 優先日 1992年1月24日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

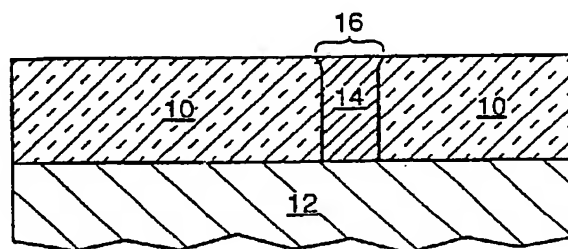
(71) 出願人 591020009
 マイクロン・テクノロジー・インコーポレ
 イテッド
 MICRON TECHNOLOGY, I
 NCORPORATED
 アメリカ合衆国アイダホ州、ボーイズ、エ
 ス、フェデラル、ウェイ、8000
 (72) 発明者 クリス・シー・ユウ
 アメリカ合衆国、83706 アイダホ州、ボ
 イーズ、グロスター・ストリート 2528
 (72) 発明者 トラング・ティ・ドーン
 アメリカ合衆国、83712 アイダホ州、ボ
 イーズ、シェナンドア・ドライブ 1574
 (74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外1名)

(54) 【発明の名称】 絶縁層内に埋込み形および突起形の導電性プラグを形成する方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 絶縁材料10中に導電性プラグ14を形成するための方法。

【解決手段】 ポリッシングパッドをウエハー面に対して回転させ乍ら金属14、に関して選択的に作用するスラリーを用いてウエハー面上に互っている金属を取り除き、かつ同時にポリッシングパッドの化学的作用および繊維成分の作用によりコンタクト開孔16内の金属14、を凹ませる。第2CMP工程では絶縁材料10に関して選択的に作用する酸または塩基を含有するスラリーを用いて金属14周辺から絶縁材料10を取り除く。このスラリーは金属14、表面を磨くための研磨性材料を同時に含有し、金属14、の高さが絶縁層10の面と同じになるようにする。絶縁材料10の除去は、プラグが僅かに突起するまで継続する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁層内に導電性プラグを形成する方法であって、

a) 前記絶縁層内にコンタクト開孔を形成するため、前記絶縁層の一部を除去する工程と、

b) 前記絶縁層の表面に導電性材料の層を適用し、この導電性材料で前記コンタクト開孔を充填し、かつ前記絶縁層の表面を覆って前記導電性材料の層を形成する工程と、

c) 前記絶縁層の表面から前記導電性材料の少なくとも一部を除去し、かつ前記コンタクト開孔は前記導電性材料で充填された状態に保ち、前記一部の導電性材料の除去は、過酸化水素と水を容量比で1:0ないし1:1の割合で含有する酸化剤と研磨剤を含むスラリーを使った化学的・機械的ブレーナリゼーションによって行う工程と、

d) 前記絶縁層表面の高さを前記導電層上面の高さより低くするため、前記絶縁層の一部を除去する工程を含む方法。

【請求項2】 前記コンタクト開孔は、エッチングで形成する請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記導電層は化学蒸着法で形成する請求項1記載の方法。

【請求項4】 前記研磨剤は酸化アルミニウムを含む請求項1記載の方法。

【請求項5】 前記工程d)は化学的・機械的ブレーナリゼーションによって行う請求項1記載の方法。

【請求項6】 前記工程d)は前記絶縁層の一部を選択的に除去する化合物と研磨剤を含むスラリーを用いる工程を含む請求項5記載の方法。

【請求項7】 前記研磨剤はシリカを含む請求項6記載の方法。

【請求項8】 前記化合物は水酸化カリウムを含む請求項6記載の方法。

【請求項9】 基板材料の0.5～3KÅは前記工程d)の最中に除去される請求項1記載の方法。

【請求項10】 前記工程d)は、前記絶縁層表面の高さが前記導電性材料の上面の高さとほぼ等しくなるまで行う請求項1記載の方法。

【請求項11】 前記工程d)は、前記絶縁層表面の高さが前記導電性材料の上面の高さより低くなるまで行い、前記導電性材料を前記絶縁層表面から突出させる請求項1記載の方法。

【請求項12】 前記プラグはタングステンを含む請求項1記載の方法。

【請求項13】 前記工程c)の間には、前記タングステンの一部は、前記過酸化水素と反応して酸化タングステンを生成する請求項12記載の方法。

【請求項14】 前記絶縁層は、絶縁性の誘電体層を含む請求項1記載の方法。

【請求項15】 基板材料の0.5～3KÅは前記工程d)の最中に除去される請求項14記載の方法。

【請求項16】 基板材料はポリイミドを含む請求項14記載の方法。

【請求項17】 酸化物材料を化学的・機械的ブレーナリゼーション法にかけてコンタクト開孔にタングステンプラグを形成する方法であって、

a) 前記酸化物材料の一部をエッチングして、前記酸化物材料内にコンタクト開孔を形成する工程と、

b) 前記酸化物材料の表面にタングステン層を適用し、このタングステンを前記コンタクト開孔を充填し、かつ前記酸化物材料を覆って前記タングステンの層を形成する工程と、

c) 前記酸化物材料の表面から前記タングステンの少なくとも一部を、過酸化水素、水および研磨剤を含む第1の溶液を使って化学的・機械的に除去するとともに前記コンタクト開孔は前記タングステンを充填された状態に保ち、かつ前記過酸化水素と水を容量比は1:0ないし1:1である工程と、

d) 前記酸化物材料表面の高さを前記タングステン上面の高さより低くするため、水酸化カリウムと研磨剤を含む第2の溶液を使って前記酸化物材料の一部を化学的・機械的に除去する工程を含む方法。

【請求項18】 前記酸化物材料の0.5～3KÅは前記工程d)の最中に除去される請求項17記載の方法。

【請求項19】 前記工程d)は、前記絶縁層表面の高さが前記導電性材料の上面の高さとほぼ等しくなるまで行う請求項17記載の方法。

【請求項20】 前記工程d)は、前記絶縁層表面の高さが前記導電性材料の上面の高さより低くなるまで行い、前記導電性材料を前記絶縁層表面から突出させる請求項17記載の方法。

【請求項21】 絶縁層内に導電性プラグを形成する方法であって、

a) 前記絶縁層内にコンタクト開孔を形成するため、前記絶縁層の一部を除去する工程と、

b) 前記絶縁層の表面に導電性材料の層を適用し、この導電性材料で前記コンタクト開孔を充填し、かつ前記絶縁層の表面を覆って前記導電性材料の層を形成する工程と、

c) 前記絶縁層の表面から前記導電性材料の少なくとも一部を除去し、かつ前記コンタクト開孔は前記導電性材料で充填された状態に保つ工程と、

d) 前記絶縁層表面の高さを前記導電層上面の高さより低くするため、前記絶縁層の一部を選択的に除去する化合物と研磨剤を含むスラリーを用いた化学的・機械的ブレーナリゼーションによって前記絶縁層の一部を除去する工程と、

e) 前記絶縁層の表面から前記導電性材料の少なくとも一部を除去し、かつ前記コンタクト開孔は前記導電性材

料で充填された状態に保つ工程であって、この除去工程は、研磨剤と酸化剤および担体を含み、前記酸化剤の前記担体に対する容量比が1:0ないし1:1のスラリーを使った化学的・機械的プレーナリゼーションによって行う工程と、

f) 前記絶縁層表面の高さが前記導電性材料の上面の高さよりも低くなるまで前記絶縁層の一部を除去する工程を含む方法。

【請求項22】 前記研磨剤はシリカを含む請求項21記載の方法。

【請求項23】 前記化合物は水酸化カリウムを含む請求項21記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体製造における絶縁層内に埋め込み形および突起形の導電性プラグを形成する方法に関する。さらに詳しくは公知のタングステンプラグエッチバック技法により形成した溝形プラグよりも一層改良された埋め込み形および平らに突起したタングステンプラグが製造できる化学的・機械的ウエハーポリッシング方法に関する。したがってスパッタリング法により引続いて形成されるアルミニウム等の導電性材料層との連結が一層容易になる。

【0002】

【従来の技術とその課題】集積回路はシリコンまたはヒ化ガリウムウエハー等の基板中に化学的・機械的に一体化されており、基板中に複数の領域をパターンングし、かつ基板上に複数の層をパターンングして製造する。導体および抵抗体製造の場合には、これらの領域および層を導電性にすることができる。またこれらの領域および層を異なった導電率のもので構成させてもよく、トランジスタおよびダイオード製造の場合には必要条件になる。半導体材料の単一ウエハー面上には数千以上のデバイスが同時に形成される。

【0003】高収率でデバイスを生産するには、先ず平坦な半導体ウエハーから出発する必要がある。表面が平坦でないウエハーからデバイスの製造を行なうと、種々の問題が起こり多数の欠陥デバイスが発生する。

【0004】ウエハー面を平滑化（以後、プレーナリー化とも呼称する）するための公知方法には、ウエハー面上にホウリンケイ酸ガラス（BPSG）等の酸化物を形成させ、次いでこのウエハーを加熱してリフローさせ酸化物層をプレーナリー化する方法が包含される。ウエハー面をプレーナリー化するためのこの“リフロー”方法はかなり大形のデバイスの製造には適するが、小形サイズを特徴とするデバイスの製造では満足な結果を与えない。

【0005】プレーナーウエハー面を製造するために従来採用されてきた他の方法は、上記酸化物リフロー方法を採用し、次いでウエハーをフォトリソでスピコー

ートする方法である。ウエハー面に該材料をスピコートすると、低い箇所が充填されてプレーナー面が生成する。次いでドライエッチによりフォトリソと酸化物を、できるだけ1対1に近い比率で除去してフォトリソとウエハーの高い箇所を取り除いてウエハー面に平坦なプレーナー酸化物層を形成させる。

【0006】極く最近、化学的・機械的プレーナリー化（CMP）方法がデバイス製造工程においてウエハー面をプレーナリー化するのに採用されている。このCMP方法には、半導体材料から成る平坦な薄層ウエハーを湿った回転ポリッシングパッドの表面に対して下方に一定の圧力を掛けながら保持する方法が包含される。化学的エッチ成分としての塩基性もしくは酸性溶液の何れかを、研磨性エッチ成分としてのアルミナまたはシリカ粒子と組合わせた混合物等のポリッシングスラリーを使用する。通常、回転ポリッシングブラテンに対して一定圧力下でウエハーを保持するために回転ポリッシングヘッドまたはウエハーキャリアを使用する。通常、このポリッシングブラテンは中空ポリウレタン等の比較的軟質で湿ったパッド材料でカバーする。

【0007】平坦な薄層半導体ウエハーをポリッシングするための装置は公知であり、例えば米国特許第4,193,226号、同第4,811,522号および同第3,841,031号公報に装置の開示がある。

【0008】形成された複数の導体は集積回路全体を構成する一部分を成し、かつ電流の通路を形成する表面配線の役割をする。特に、形成された導体はウエハー面に形成される各種のコンポネン類を一緒に電気的に接続するのに用いる。ウエハー内に形成した複数の電子デバイスは、金属等の導電性ランナーと接触させなければならないアクチブ領域を有している。通常、絶縁材料層をウエハー頂部に重ねて選択的にマスクしてコンタクト開孔パターンを形成させる。次いでこの層を例えば反応性イオンエッチ（RIE）法によりエッチングして、絶縁層の上部表面からウエハー中に下向きにコンタクト開孔を作り特定アクチブ領域との電気的接触を行なわせる。

【0009】真空蒸発法およびスパッタリング技法で形成されたある種の金属および合金は、ウエハー面に重ねた場合、コンタクト開孔内部でのカバレッジが不十分である。不十分なカバレッジを与える典型的金属の例は、スパッタリングによるアルミニウム、またはアルミニウムとシリコンおよび／または銅との合金である。コンタクトバイアス中に優れたカバレッジを与える金属の例は、化学蒸着法（CVD）により形成したタングステンである。しかしタングステンはアルミニウム程導電性ではない。したがって、タングステン層はエッチングまたはポリッシュバックして平坦な上部面を有するプラグを絶縁層中に形成させ、この上部面の高さを絶縁体表面と同じにする。次いでアルミニウムの一層をウエハー面の頂部に重ねてプラグと接触させる。このアルミニウム層

をさらに選択的にエッチングして所望の相互連絡ランナーを形成させてタングステンを他の回路素子と連結する。

【0010】図1はタングステンプラグを形成させる方法の好ましい一実施結果を示す。ウエハー製作技法に従って、酸化物材料(10)等の絶縁層をウエハー基板(12)に重ね合わせる。酸化物材料(10)中のコンタクト開孔(16)中に充填されたタングステン(14)の高さを酸化物層の面と同じにする。図2はタングステンエッチバック現行法の問題点の一つであるオーバーエッチングの説明図であり、ウエハー面(10)のコンタクト開孔(16)内のタングステン(14)の凹みを示している。このため、スパッタリングにより引続いて形成されるアルミニウムまたはアルミニウム合金層(図示せず)とタングステンプラグ(14)との接触が不完全になる。反応性イオンエッチング(RIE)等の公知タングステンエッチバック技術を採用して得られる凹部のあるタングステンプラグとアルミニウム間の接触に関しては、その信頼性を高めることは困難である。

【0011】RIE以外のタングステンエッチバック技法も公知であり、例えばポリッシングスラリーおよびポリッシングパッドを用いる1工程CMPエッチバック法がある。この方法は、ウエハー面上にCVDまたは他の手法でタングステン層を形成させ、これにより絶縁体層中のコンタクト開孔をタングステンで充填する。ウエハー面を磨いてウエハー面上に互って重なっているタングステンを取り除き、タングステンで充填されたコンタクト開孔を残す。スラリーの化学的作用とポリッシングパッドの圧縮作用により、ある程度の量のタングステン材料がコンタクト開孔から取り除かれて図2に示すような

溝形タングステン構造が出来上がる。

【0012】米国特許第4,992,135号公報にはタングステン層のエッチバック方法が開示されており、ここに引用する。

【0013】以上のように、半導体ウエハー上のタングステン層をエッチバックするための改良方法であって、引続いて形成される金属層または他の導電性材料との優れた接触を可能ならしめるような方法の出現が要望されている。

【0014】本発明の目的は、タングステンもしくは他の導電性材料から成るコンタクト(プラグ)を形成させるための方法において、従来よりも一層均一で凹みがないプラグを製造する方法の提供にある。

【0015】他の目的は、タングステンまたは他の導電性材料から成るプラグを形成するための方法において、従来よりも均一で凹みがないためにアルミニウム等の他の材料との接触が優れた表面を有するプラグの形成方法の提供にある。

【0016】本発明のさらに他の目的は、均一で突出した球形プラグをタングステンまたは他の導電性材料から

形成するための方法を提供することにより、引続いて重ねる導電性層との連結が、公知方法により製造した溝形プラグよりも容易であるようなプラグを製造できる方法の提供にある。

【0017】

【課題を解決するための手段】これらの目的は、本発明が提案する化学的・機械的プレーナリー化(CMP)技術を採用した2工程プラグ形成方法により達成できる。酸化物層(BPSG)を有するシリコン等の材料から成る基板は、その中にコンタクト開孔を包含させて製造し、基板上にタングステン等の金属層を形成してコンタクト開孔中にタングステンを充填する。プラグ材料に関して選択的に作用する第1CMP工程では、ウエハー面から酸化物を殆ど、または全く除去することなく酸化物面上に重なるタングステン層を除去する。この工程の最終段階ではウエハー面に互って存在するチタン窒化物およびチタン層等のバリヤーを包含する金属残留物は完全に取り除かれるが、この際酸化物表面の高さ以下のタングステンの一部も除去されるので、タングステンプラグに凹みができる。この溝形プラグは公知プラグ形成方法では普通に見られる現象であるが、これにより引続いて重ねる金属または他の材料との連結が困難になる。

【0018】したがって、ウエハー面の酸化物材料に関して選択的に働く第2CMP工程において、絶縁材料の一部を取り除いて高さがタングステンプラグと同じか、または若干低めにする。表面上に伸長したタングステンを整形してプラグの凹みに起因する凹形を取り除くためには、所望量のタングステンが除去できるように調製した酸化物CMPのスラリーを使用する。すなわち、プラグ材料に関して選択性を有するエッチャントの量を増加すればよい。絶縁材料の一部は0.5KÅ乃至2KÅの範囲で除去することが好ましい。タングステンプラグの上部の除去および絶縁材料の一部の除去は、研磨剤と、 H_2O_2 と、水と、 KOH および NH_4OH からなるグループから選択されたベースとを含むスラリーを用いて化学的・機械的なプレーナリゼーションにより行われるようにする。

【0019】本発明の方法では導電性材料(ここではタングステン)からプラグが形成され、この場合のプラグの高さは酸化物(この場合BPSGまたは SiO_2 等の他の材料)等の絶縁層の面と同じであるか、またはこれより若干突出している(第2実施態様)。突出プラグの形状は制御しながら凸形に丸く突起するようにし、引続いて施工するアルミニウム等の導電性材料との連結が一層改良された表面を提供させる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の方法に従って、まず酸化物(BPSG)等から成る約2乃至3 μm 厚さの絶縁材料(10)層を有するウエハーを公知方法により製作した(図3)。材料(10)中にはコンタクト開孔(1

10

20

30

40

50

6)を公知方法により形成した。金属(30)層(この場合タングステン)でコンタクト開孔(16)を充填し、かつ絶縁層(10)面上に亘ってタングステンを張り渡した。このタングステン層(30)は化学蒸着法(CVD)で形成させればコンタクト開孔を十分に充填できるが、他の有効な方法を採用してもよい。この場合の酸化物(10)面上に亘るタングステン(30)層の厚さは約10KÅであるが、この層は引続くウエハー処理工程で除去されるので他の厚さでも構わない。

【0021】次いで、このウエハーをタングステンに関して選択的に作用する化学的・機械的ポリッシング(CMP)方法で処理した。この方法では回転ブラテン上に載せたポリッシングパッドを使った。Al₂O₃等の研磨性粒子、およびH₂O₂、およびKOHまたはNH₄OHのいずれか、または他の酸もしくは塩基等のエッチャントを含有するスラリーを用いて、予め決められた速度でタングステンを除去したが、この間の絶縁層の除去量は僅少であった。この方法は米国特許第4,992,135号公報に開示されている。ポリッシングパッドは約5乃至10分間、7乃至9psiの圧力下でウエハー面と接触させた。この方法により、酸化物(10)中のコンタクト開孔(16)内にタングステンプラグ(14)が充填された図2の構造のプラグが得られた。この段階ではポリッシングパッド中の繊維質による機械的タングステンエロージョンに起因してタングステン(14)は僅かに凹んでいた。通常、凹みの程度は酸化物(10)の面の高さ以下約0.5KÅ乃至3KÅの範囲内で変動した。選択的にタングステンを取り除くために、スラリー中の化学成分がタングステンを酸化し、生成タングステン酸化物はスラリー中の研磨性材料により機械的に除去された。少量ではあるがタングステン自体も研磨材により追加的に除かれた。何れの場合でも、このCMP方法はタングステンに関して選択的に働き、絶縁層は殆どそのまま残る。

【0022】磨くため、または凸面をなす突起状タングステンプラグを作るためのいずれの目的でも少量のタングステンを取り除くことの方が好ましいのではあるが、この第2工程中には、絶縁層材料に関して選択的に作用するCMPプロセスも包含させた。この段階でタングステンを除去する場合は、絶縁層材料を除去する場合の速度よりも遅かに遅い速度で行なう。酸化物に関して選択的なエッチャントを含有するスラリーを回転ポリッシングパッドとウエハー面の間に供給した。この場合に使用したコロイド性シリカスラリー中には上記のように研磨材が含まれており、またH₂O₂、およびKOHの塩基性混合物等の、酸化物に対して選択的に作用するエッチャントも含まれた。他の非酸化物絶縁層材料を使用した場合には、殆どの場合で他の化学エッチャントの使用が要求される。絶縁層材料10をタングステンプラグ(14)周辺から取り除いたが(図1)、その結果高さは絶縁層材

(10)の面と同じになった。パッドの作用によりタングステンおよび酸化物材料の表面が十分に研磨されて表面の不規則性が消失した。タングステンのポリッシング速度は50Å/分以下の低速であったが、その下の酸化物層は2500Å/分以上の高速で磨いた。通常、0.5KÅ乃至3KÅの絶縁層材料を第2CMP工程で取り除くが、コンタクト開孔中でタングステンが凹む程度としてはこの程度が限度である。

【0023】第1工程の第2実施態様も、かかるタングステンプラグの形成に用いて同様に有効である。この方法ではAl₂O₃、研磨材粒子および水とH₂O₂との塩基性混合物から成る新規ポリッシングスラリーを使用した。上記の混合物中の第二塩基であるKOHまたはNH₄OHはエッチング速度またはエッチングの良否には殆ど影響を与えない。この新規スラリーでは、H₂O₂はタングステン面を酸化してタングステン酸化物にするために用い、生成タングステン酸化物は引続くポリッシング方法で取り除き、新鮮なタングステン表面を露出させてH₂O₂とタングステン面との反応を継続させる。これに対して、第1工程の第1実施態様ではH₂O₂と、タングステン酸化物を化学的に除去するのに有効なKOHまたはNH₄OH等の第2化学成分との使用について記載した。タングステン酸化物はスラリー中の研磨材による機械的ポリッシング効果によっても充分に取り除くことができることが判明した。この新規スラリーの場合、ポリッシング速度は1KÅ乃至3KÅであることが分かり、この速度はH₂O₂対H₂Oの比によって変動する。100%H₂O₂溶液では約3KÅ/分の速度でタングステン酸化物が除去されるが、H₂O₂対H₂Oの容積比が1対1では約0.5KÅ/分の速度である。この新規スラリーを使用すると、絶縁体(例えばBPSG)に対するタングステンの優れたポリッシング選択性が得られ、選択性は約20対1であると算定された。

【0024】本発明の他の実施態様によると、酸化物(10)を除去するウエハー第2ポリッシング工程を、絶縁層材料(10)が除去され、なおかつ図4にみられる凸形で丸く突起したタングステンプラグが得られる迄継続した。しかしこの工程は必ずしも本発明の必須要件ではない。タングステンプラグ(40)の丸い面は、引続くウエハー処理工程間にスパッタリングもしくは他の手段で形成させたアルミニウム層(図示せず)との連結を容易にする丸い凸形面を備えている。タングステンプラグの直径は1ミクロン以下のものが形成された。

【0025】絶縁層内で溝形を呈しない均一なプラグが形成できるのみでなく、本発明の2工程方法によれば、第2工程における酸化物ポリッシングによって一層平坦なウエハー面が得られた。

【0026】酸化物以外の絶縁層材料、例えばSi₃N₄等を使用する方法、および材料の修正もまた本発明に包含される。しかし非酸化物絶縁層材料では、KOHおよび

水溶液以外の化学エッチャントを使用する必要が生ずる。また他の各種の酸類、塩基類および研磨性材料もCMPスラリー中に使用できる。

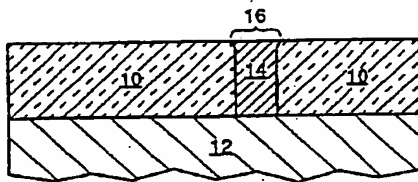
【0027】

【発明の効果】公知のタングステンプラグ・エッチバック技法により形成した溝形プラグよりも一層改良された埋め込み形および丸く突起したタングステンプラグを製造する方法が提供できる。したがってスパッタリング法によるアルミニウム等の導電性材料から成る隣接層との連結が一層容易になる。

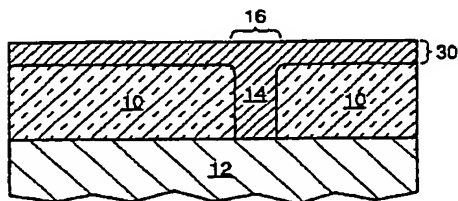
【図面の簡単な説明】

【図1】好ましいプラグの断面図である。

【図1】



【図3】



*【図2】公知CMP方法により形成した典型的な溝形プラグの一断面図である。

【図3】本発明方法の第1工程において基板上に形成した導電性材料（タングステン等の）層を示す一断面図である。

【図4】本発明の2工程方法により形成した丸く突起したプラグの一断面図である。

【符号の説明】

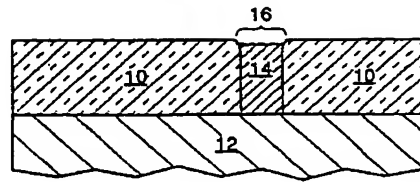
10 絶縁材料層

10 14、30 導電性材料

16 コンタクト開孔

*

【図2】



【図4】

